



کمیته تحقیقات دانشجویی
دانشکده بهداشت



بسم الله الرحمن الرحيم

حذف نیتراٹ از منابع آب زیرزمینی توسط پامیس اصلاح شده

دکتر حمزه علی جمالی، زهره نقدعلی

گروه مهندسی بهداشت محیط
دانشکده بهداشت

مقدمه

غلظت های بالای نیتрат

منابع عمده آلودگی منابع آب های زیر زمینی و سطحی

سازمان جهانی بهداشت (WHO) حداکثر غلظت مجاز در آب آشامیدنی را 10mg/L as N بیان کرده است.

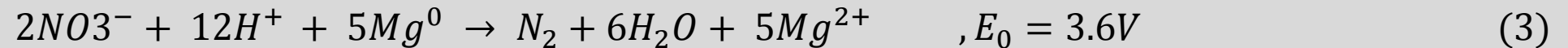
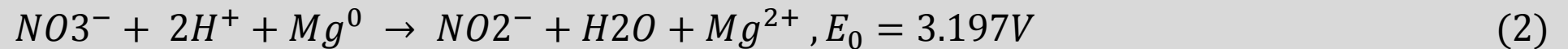


مقدمه

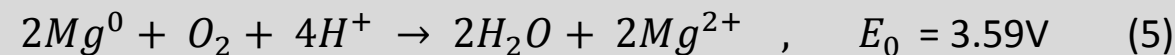
در سیستم $Mg^0 - H_2O$ در شرایط قلیایی و خنثی روی سطح عنصر منیزیم (Mg^0) یک لایه نازکی از اکسید منیزیم به وجود می آید. در حالیکه در شرایط اسیدی این لایه پوششی اکسیدی حل شده و سطح Mg^0 برای واکنش در دسترس قرار می گیرد. سطح فعال Mg^0 به $Mg^{2+} (aq)$ اکسید شده و دو الکترون آزاد می گردد که یون نترات را به گاز نیتروژن و یا آمونیاک احیاء می نماید.

(بر طبق معادلات ۴-۱)

مقدمه



در محیط آبی ممکن است اکسیژن با نیترات برای جذب الکترون ها رقابت نموده و توسط Mg^0 به مولکول آب احیا گردد (معادله ۵).



از لحاظ استوکیومتری به ازای هر یک مول نیترات احیا شده به ۴-۲/۵ مول Mg^0 نیاز است.

اهداف

هدف از این مطالعه

بررسی اثرات متغیرهای:

pH، مقدار واکنش گر، زمان واکنش و غلظت اولیه نیتрат ← بر روی راندمان حذف نیترات

با به کار گیری روش سطح پاسخ (باکس بنکن)

همچنین ← مدل سازی حذف و تعیین شرایط بهینه فرایند حذف نیترات توسط پامیس اصلاح شده با منیزیم

روش کار

طراحی آزمایش ها به روش باکس – بنکن، بر پایه طراحی فاکتوریال کامل دو سطحی بود که نقاط مرکزی و ستاره ای نیز به آن اضافه گردید. تعداد کل آزمایش ها (N) طبق معادله (۱۰) قابل محاسبه گردید.

$$N = N_a + N_0 + N_c \quad (10)$$

N_a : تعداد آزمایش های دو سطحی در طرح فاکتوریال کامل (۲۴)

N_0 : تعداد تکرار ها در نقطه مرکزی (۵ تکرار) برای ارزیابی خطای خالص

N_c : تعداد نقاط ستاره ای (۴*۲)

در مجموع تعداد ۲۹ آزمایش ($N=29$) انجام شد.

این مطالعه تجربی در یک راکتور ناپیوسته استوانه ای از جنس پلکسی گلاس با حجم مفید یک لیتر انجام شد. جهت اختلاط نمونه از یک همزن مغناطیسی استفاده شد. غلظت نیترات نمونه ها با استفاده از اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۲۰nm تعیین شد.

روش کار

پامیسی مورد نیاز از معادن دماوند (تهران) تهیه شد. برای اصلاح پامیسی مراحل زیر انجام شد:

- (۱) خرد کردن پامیسی و مش بندی آن در اندازه مش ۴۰ به عنوان مش ساز مورد مطالعه
- (۲) نگهداری پامیسی دانه بندی شده در اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۴۸ ساعت
- (۳) شستشوی متوالی آن در آب مقطر و استون و مجدداً آب مقطر
- (۴) نگهداری پامیسی در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت
- (۵) حل کردن ۱۰ گرم کلرید منیزیم در آب مقطر در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد در بالن ژوژه ml ۱۰۰ و به حجم رساندن آن با آب مقطر بعد از انحلال کامل کلرور منیزیم.
- (۶) اضافه کردن محلول کلرید منیزیم فوق به ۲۰۰ گرم از پامیسی آماده شده و خشک کردن آن در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت.

روش کار

سطح بندی فاکتورهای مورد مطالعه در این تحقیق مطابق جدول شماره (۱) ارائه شده است.

طراحی آزمایشات به روش باکس- بنکن طبق جدول شماره (۲) انجام شد و آزمایشات طراحی شده به ترتیب توالی ارائه شده در جدول (۲) در آزمایشگاه انجام شده و اندازه گیری باقیمانده نترات بعد از پایان هر آزمایش توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۲۰ نانومتر انجام شد.

جدول ۱ - متغیرهای مستقل مورد مطالعه و سطوح آنها

کد سطوح			نماد	واحد	متغیرهای مستقل
۱	۰	-۱			
۷	۵	۳	A	-	pH
۱۵۰	۱۰۰	۵۰	D	mg/L	غلظت اولیه یون نترات
۹۰	۶۰	۳۰	B	min	زمان تماس
۷	۷	۳	C	g/L	مقدار پامیس اصلاح شده

std	Run	pH	Initial concentration(mg/L)	Time(min)	Modified pumice dose(gr/L)	Nitrate removal efficiency (%)	
						Actual	Predicted
20	1	7	100	90	5	49	50.50
26	2	5	100	60	5	35	36.60
27	3	5	100	60	5	36	36.60
21	4	5	50	60	3	25	24.67
13	5	5	50	30	5	40	38.88
6	6	5	100	90	3	60	52.79
17	7	3	100	30	5	60	53.50
9	8	3	100	60	3	42	46.04
14	9	5	150	30	5	60	57.88
12	10	7	100	60	7	36	31.21
23	11	5	50	60	7	32	30.33
18	12	7	100	30	5	55	53.50
8	13	5	100	90	7	50	51.46
4	14	7	150	60	5	45	45.13
28	15	5	100	60	5	40	36.60
29	16	5	100	60	5	32	36.60
11	17	3	100	60	7	68	64.71
22	18	5	150	60	3	35	37.67
3	19	3	150	60	5	82	79.63
10	20	7	100	60	3	30	32.54
1	21	3	50	60	5	53	52.63
2	22	7	50	60	5	38	40.13
24	23	5	150	60	7	48	49.33
15	24	5	50	90	5	55	56.38
25	25	5	100	60	5	41	36.60
19	26	3	100	90	5	82	91.50
5	27	5	100	30	3	30	28.29
7	28	5	100	30	7	40	46.96
16	29	5	150	90	5	69	69.38

جدول (۲) طراحی آزمایشات
به روش باکس – بنکن

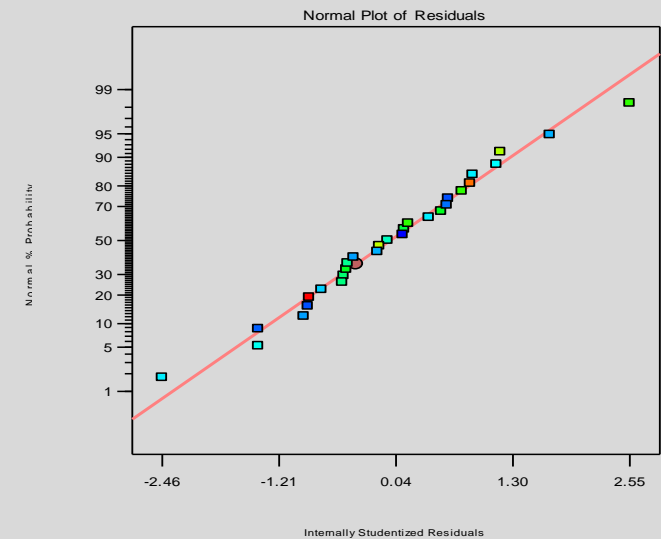
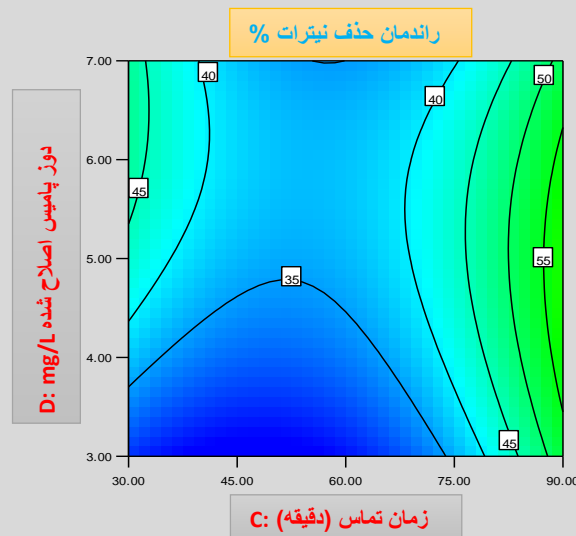
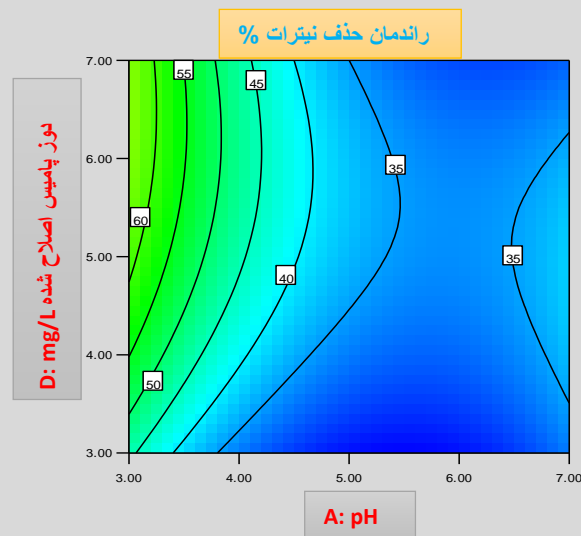
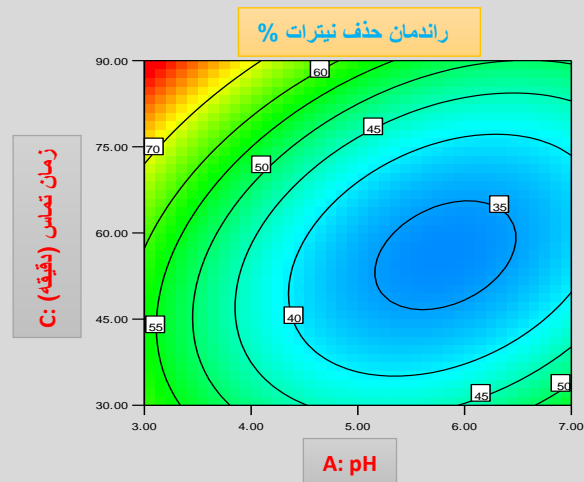
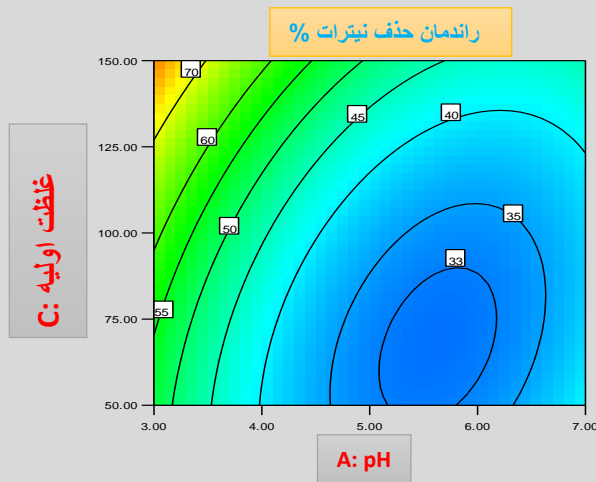
Source of variations	Sum of squares	df	Mean squares	F-Value	P-Value		
Model	6692.71	14	478.05	24.96	<0.0001		
A-pH	1656.75	1	1656.75	86.51	<0.0001		
B- Initial concentration	768	1	768	40.10	<0.0001		
C-Time	630.75	1	630.75	32.94	<0.0001		
D- Modified pumice dose	225.33	1	225.33	11.77	0.0041		
AB	121	1	121	6.32	0.0248		
AC	306.25	1	306.25	15.99	0.0013		
AD	100	1	100	5.22	0.0384		
BC	9	1	9	0.47	0.5042		
BD	9	1	9	0.47	0.5042		
CD	100		100	5.22	0.0384		
A ²	1087.80	1	1087.80	56.80	<0.0001		
B ²	151.01	1	151.01	7.89	0.0140		
C ²	1307.94	1	1307.94	68.30	<0.0001		
D ²	227.71	1	227.71	11.89	0.0039		
Residual	268.12	14	19.15				
Lack of fit	202.92	10	20.29	1.24	0.4498		
Pure error	65.20	4	16.30				
Cor total	6960.83	28					
Other statistics parameters							
S.D=4.36	Mean=4 7.38	C.V=9.24	R ² =0.96	Adj. R ² =0.92	Pred. R ² =0.82	A.P=21.3 6	PRESS=1270. 68

جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس مدل ارائه شده

مدل درجه دوم آماری توسعه یافته جهت حذف نیترا ت توسط پامیس اصلاح شده کلرید منیزیم

$$Y = 36.60 - 11.75 A + 8 B + 7.25 C + 4.33 D - 5.5 AB - 5 CD - 8.75 AC - 5 AD + 12.96 A^2 = 4.83 B^2 + 5.92 D^2 - 14.20 C^2$$

یافته ها



شکل (۱) پراکنش باقیمانده ها نسبت به مقادیر برازش داده شده

شکل (۲) پراکنش باقیمانده ها نسبت به مقادیر برازش داده شده برای میزان حذف نیترات

بحث و نتیجه گیری

برای رسیدن به حداکثر درصد حذف با استفاده از مدل اصلاحی که بصورت معادله قبل ارائه شده است، متغیرهای مستقل بهره برداری بهینه سازی شدند.

برای انجام این کار، بهینه سازی عددی انجام شد. بدین صورت که در نرم افزار، درصد حذف نیترات در حالت "maximum" و چهار متغیر مستقل شامل زمان واکنش، pH، مقدار واکنش گر و غلظت اولیه نیترات در حالت "in range" انتخاب شدند.

در این حالت، شرایط بهینه متغیرهای مستقل میزان مطلوبیت مدل درجه دم اصلاحی در جدول (۴) و شکل (۳) ارائه شده است.

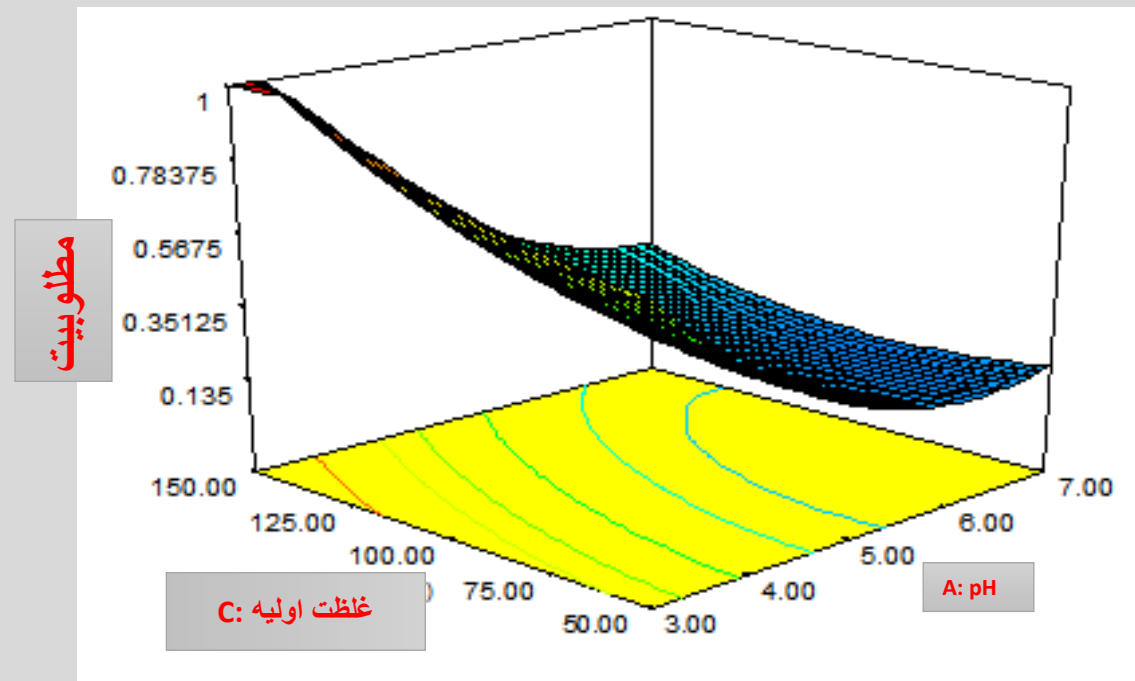
همچنین نتایج راستی آزمایی مدل (جدول ۴) نشان داد که درصد های حذف به دست آمده از انجام آزمایش ها و پیش بینی شده توسط مدل برای حذف نیترات توافق نزدیکی با هم دارند که تایید کننده صحت نتایج بدست آمده توسط مدل است.

بحث و نتیجه گیری

جدول (۴). شرایط بهینه متغیرهای مستقل

Optimum conditions	Nitrate removal efficiency (%)		error	Standard deviation	Desirability
	Experiment value	Predicted response			
pH=3.05 Initial concentration= 146.73(mg/l) Contact time= 78.93(min) Modified pumice dose =3.7(gr/L)	95.2	93.66	1.54	±1.034	100%

بحث و نتیجه گیری



شکل ۳- میزان مطلوبیت مدل اصلاحی درجه دوم در حذف نیترات توسط پامیس اصلاح شده با کلرور منیزیم

بحث و نتیجه گیری

مقایسه با مطالعات مشابه

- 1-Sunger, N., Bose, P., 2009. Autotrophic denitrification using hydrogen generated from metallic iron corrosion. Bioresour. Technol. 100, 4077–4082
- 2- Wang, Z., Wang, H., Ma, L., 2012. Iron shavings supported biological denitrification in sequencing batch reactor. Desalin. Water Treat. 49, 95–105.
- 3-Li, R., Feng, C., Hu, W., Xi, B., Chen, N., Zhao, B., Liu, Y., Hao, C., Pu, J., 2016. Wood chip sulfur based heterotrophic and autotrophic denitrification (WSHAD) process for nitrate contaminated water remediation. Water Res. 89, 171–179.
- 4-Zhao, Y., Zhang, B., Feng, C., Huang, F., Zhang, P., Zhang, Z., Yang, Y., Sugiura, N., 2012. Behavior of autotrophic denitrification and heterotrophic denitrification in an intensified biofilm-electrode reactor for nitrate-contaminated drinking water treatment. Bioresour. Technol. 107 (4), 159–165.
- 5-WHO, 2008. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first and second addenda to third edition, vol. 1. WHO Press, Geneva. Recommendations.
- 6-N Romano, C. Zeng, Evaluating the newly proposed protocol of incorporated potassium in nitrate toxicity experiments at different salinities: a case study with the tiger prawn, *Penaeus monodon*, juveniles, Aquaculture 289 (2009)304–309.
- 7-M. Kumar, S. Chakraborty, Chemical denitrification of water by zerovalent magnesium powder, J. Hazard. Mater. B135 (2006) 112–121.

تقدیر و تشکر

با سپاس از همراهی و توجه شما